

(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ : H01H 87/00	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/31768 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 2. Juni 2000 (02.06.00)
---	-----------	---

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/08799
(22) Internationales Anmeldedatum: 16. November 1999 (16.11.99)
(30) Prioritätsdaten: 198 53 577.5 ✓ 20. November 1998 (20.11.98) DE
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): MOELLER GMBH [DE/DE]; Hein-Moeller-Strasse 7-11, D-53115 Bonn (DE).
(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KRÄTZSCHMAR, Andreas [DE/DE]; Edith-Stein-Anlage 21, D-53123 Bonn (DE). BERGER, Frank [DE/DE]; Spiessgarten 3, D-53913 Swistal-Miel (DE). ANHEUSER, Michael [DE/DE]; Udetstrasse 5, D-53757 St. Augustin (DE). KREMERS, Wolfgang [DE/DE]; Kapitelshof 30, D-53229 Bonn (DE).
(74) Gemeinsamer Vertreter: MOELLER GMBH; Hein-Moeller-Strasse 7-11, D-53115 Bonn (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Veröffentlicht
Mit internationalem Recherchenbericht.

(54) Title: SELF-RECOVERING CURRENT-LIMITING DEVICE WITH LIQUID METAL

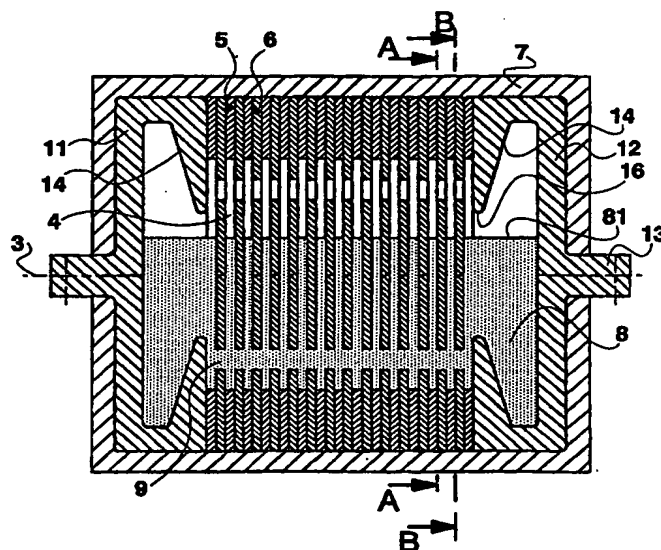
(54) Bezeichnung: SELBSTERHOLENDE STROMBEGRENZUNGSEINRICHTUNG MIT FLÜSSIGMETALL

(57) Abstract

The invention relates to a self-recovering current-limiting device with liquid metal. The device contains two solid metal electrodes (11, 12) which are rotationally symmetrical in relation to the longitudinal axis (3) of the current limiting device (1) and several compression chambers (4) which are partially filled with liquid metal (8) and arranged in a series between the electrodes (11, 12). The compression chambers are formed by pressure-resistant insulating bodies (5, 7) and insulating intermediate walls (6) which are supported by the same (6) and which have several connecting channels (9), distributed in a circular form. The aim of the invention is to extend the positions of use. To this end, the electrodes (11, 12) have cavities (14) which are connected to the adjacent compression chambers (4) by openings (16) and which are adequately wetted to completely filled with the liquid metal (8), according to the position of use.

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine selbsterholende Strombegrenzungseinrichtung mit Flüssigmetall. Sie enthält zwei bezüglich der Längsachse (3) der Strombegrenzungseinrichtung (1) rotationssymmetrische Elektroden (11, 12) aus Festmetall und mehrere teilweise mit Flüssigmetall (8) aufgefüllte, zwischen den Elektroden (11, 12) hintereinander liegende Verdichterräume (4), die durch druckfeste Isolierkörper (5, 7) und durch diese gehaltene isolierende Zwischenwände (6) mit mehreren kreisförmig verteilten Verbindungskanälen (9) gebildet werden. Das zu lösende Problem besteht in der Erweiterung der Gebrauchslagen. Dazu weisen die Elektroden (11, 12) über Durchbrüche (16) mit den benachbarten Verdichterräumen (4) verbundene Hohlräume (14) auf, die je nach Gebrauchslage von dem Flüssigmetall (8) ausreichend benetzt bis vollständig gefüllt sind.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

- 1 -

B e s c h r e i b u n g**Selbsterholende Strombegrenzungseinrichtung mit Flüssigmetall**

5

Technisches Gebiet

10 Die Erfindung betrifft eine selbsterholende Strombegrenzungseinrichtung mit Flüssigmetall nach dem Oberbegriff des Anspruches 1. Derartige Strombegrenzungseinrichtungen finden Anwendung zur Strombegrenzung in Niederspannungsnetzen.

15 **Stand der Technik**

Aus der Druckschrift SU 922 911 A ist eine selbsterholende Strombegrenzungseinrichtung bekannt, die zwei zum Inneren der Strombegrenzungseinrichtung eben ausgebildete Elektroden aus Festmetall enthält, die durch als
20 zylindrisches, druckfestes Isoliergehäuse ausgebildete erste Isolierkörper getrennt sind. Innerhalb des Isoliergehäuses sind durch isolierende Zwischenwände und dazwischen angeordnete zweite Isolierkörper, die als ringförmige Dichtscheiben ausgebildet sind, mit Flüssigmetall teilweise aufgefüllte, hintereinander liegende Verdichterräume ausgebildet, die untereinander über mit
25 Flüssigmetall ausgefüllte, außermittig angeordnete Verbindungskanäle der Zwischenwände verbunden sind. Damit besteht im Normalbetrieb über das Flüssigmetall eine durchgehende innere leitende Verbindung zwischen den Elektroden. Im Strombegrenzungsfall wird infolge der hohen Stromdichte schlagartig das Flüssigmetall aus den Verbindungskanälen verdrängt. Damit
30 ist die elektrische Verbindung der Elektroden über das Flüssigmetall unterbrochen, was zur Begrenzung des Kurzschlußstromes führt. Nach Abschaltung oder Beseitigung des Kurzschlusses füllen sich die Verbindungskanäle wieder mit Flüssigmetall, worauf die Strombegrenzungseinrichtung erneut betriebsbe-

- 2 -

reit ist. In der Druckschrift DE 40 12 385 A1 wird als Medium über dem Flüssigkeitsspiegel Vakuum, Schutzgas oder eine isolierende Flüssigkeit erwähnt. Zur Verbesserung der Begrenzungseigenschaften sind nach Druckschrift SU 1 076 981 A die Verbindungskanäle benachbarter Zwischenwände gegeneinander versetzt angeordnet. Es ist nach Druckschrift DE 26 52 506 A1 bekannt, bei Kontakteinrichtungen Gallium-Legierungen, insbesondere Gallium-Indium-Zinn-Legierungen (GaInSn-Legierungen) zu verwenden. Von Nachteil ist, daß die bekannten Strombegrenzungseinrichtungen nur in waagerechten und gering davon abweichenden Gebrauchslagen funktionieren. Eine bekannte Strombegrenzungseinrichtung nach Druckschrift SU 1 094 088 A ist mit Zwischenwänden, in denen mehrere Verbindungskanäle kreisförmig um die Mittelachse ausgebildet sind, sowie mit zwischen den Zwischenwänden angeordneten kupfernen Trennwänden, die zwecks Kühlung des Flüssigmetalls nach außen geführt sind, ausgestattet. Diese Strombegrenzungseinrichtung erlaubt Gebrauchslagen bei Drehungen bis zu 360° um die horizontale Mittelachse und Neigungen bis zu 50° gegenüber der Horizontalen, was allerdings nur in Verbindung mit den in nachteiliger Weise potentialbehafteten Trennwänden ermöglicht wird, wobei wegen dieser Trennwände die Verdichterräume in aufwendiger Weise einzeln mit Flüssigmetall zu füllen sind.

20

Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, in fertigungs- und anwenderfreundlicher Weise den Bereich der Gebrauchslagen zu erweitern.

25

Ausgehend von einer Strombegrenzungseinrichtung der eingangs genannten Art wird die Aufgabe erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des unabhängigen Anspruches gelöst, während den abhängigen Ansprüchen vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung zu entnehmen sind.

30

Durch die Hohlräume der Elektroden wird ein zusätzlicher Raum geschaffen, der als Reservoir für Flüssigmetall dient, das bei Veränderung der Gebrauchs-

- 3 -

lage an anderer Stelle zur Verfügung steht und damit der hinreichenden Funktionstüchtigkeit der Strombegrenzungseinrichtung dient. In der waagerechten Gebrauchslage, das heißt bei horizontal ausgerichteter Längsachse der Strombegrenzungseinrichtung, ist die Ausfüllung der Hohlräume und die Benetzung der für die Stromübertragung maßgeblichen Oberflächen mit Flüssigmetall für beide Elektroden gleich. Bei Neigung der Längsachse leert sich durch die Schwerkraft der Hohlraum der nach oben gelangenden Elektrode in dem Maße von Flüssigmetall, wie sich der Hohlraum der nach unten gelangenden Elektrode mit Flüssigmetall füllt, bis sich bei weiter zunehmender Neigung der Hohlraum der unteren Elektrode vollständig mit Flüssigmetall füllt und sich der Hohlraum der oberen Elektrode im Extremfall vollständig entleert, diese Elektrode jedoch noch ausreichend vom Flüssigmetall benetzt ist. Eine entsprechende Umverteilung der Füllmenge findet in den Verdichterräumen statt, wobei durch die mehrfach pro Zwischenwand angeordneten Verbindungskanäle gewährleistet ist, daß bei allen vorgesehenen Gebrauchslagen jede Zwischenwand mit wenigstens einem ihrer Verbindungskanäle mit dem Flüssigmetall in Verbindung steht. Der rotationssymmetrische Aufbau der Strombegrenzungseinrichtung bewirkt in jeder Neigungslage bei einer zusätzlichen Verdrehung um die Längsachse keine effektive Veränderung der Verteilung des Flüssigmetalls in den Hohlräumen und in den Verdichterräumen, so daß bei Normalbetrieb in allen möglichen Gebrauchslagen eine ausreichende elektrische Verbindung zwischen den Elektroden besteht. Die nicht mit dem Flüssigmetall in Verbindung stehenden Verbindungskanäle dienen einerseits beim Befüllen der Strombegrenzungseinrichtung mit Flüssigmetall zur gleichmäßigen Entlüftung der Verdichterräume und andererseits während und nach einem Kurzschlußfall zum Druckausgleich zwischen benachbarten Verdichterräumen.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Hohlräume bestehen zum einen in einer topfartig, sich konisch verjüngenden und zum anderen in einer doppeltopfartigen zylindrischen Ausbildung. Im letzteren Fall kann durch den jeweils äußeren Hohlraum ein flacher Anschlußleiter reichen, der zur Erhöhung der Formbeständigkeit die gesamte Breite des äußeren Hohlraumes einnimmt, wobei eine

- 4 -

weiterer Durchbruch zur Umverteilung des Flüssigmetalls in dem äußeren Hohlraum beim Neigen und beim Verdrehen der Strombegrenzungseinrichtung dient. Eine versetzte Anordnung der Verbindungskanäle benachbarter Zwischenwände verhindert das Brennen eines langen Lichtbogens über alle Verdichterräume und zwingt dagegen zur Aufteilung in mehrere, wirksamer begrenzende Teillichtbögen. GaInSn-Legierungen als zu verwendendes Flüssigmetall sind einfach zu handhaben durch ihre physiologische Unbedenklichkeit. Eine Legierung aus 660 Gewichtsanteilen Gallium, 205 Gewichtsanteilen Indium und 135 Gewichtsanteilen Zinn ist bei Normaldruck von 10°C bis 2000°C flüssig und besitzt eine ausreichende elektrische Leitfähigkeit.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus dem folgenden, anhand von Figuren erläuterten Ausführungsbeispielen. Es zeigen

- Figur 1: im Längsschnitt eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Strombegrenzungseinrichtung in horizontaler Lage;
Figur 2: die Strombegrenzungseinrichtung nach Fig. 1 in vertikaler Lage;
Figur 3: im Längsschnitt eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Strombegrenzungseinrichtung in horizontaler Lage;
Figur 4: die Strombegrenzungseinrichtung nach Fig. 3 in vertikaler Lage;
Figur 5: im Querschnitt A-A die Strombegrenzungseinrichtung nach Fig. 1 oder Fig. 3;
Figur 6: im Querschnitt B-B die Strombegrenzungseinrichtung nach Fig. 1 oder Fig. 3.

Beste Wege zur Ausführung der Erfindung

Die Strombegrenzungseinrichtung 1 nach Fig. 1 und Fig. 2 enthält zu beiden Seiten je eine Elektrode 11 bzw. 12 aus Festmetall, vorzugsweise Kupfer, die

- 5 -

bezüglich der Längsachse 3 der Strombegrenzungseinrichtung 1 rotations-symmetrisch ausgebildet ist und in einen äußeren Anschlußleiter 13 übergeht. Zwischen den Elektroden 11 und 12 befinden sich mehrere Verdichterräume 4, die durch eine entsprechende Anzahl von ringförmigen Dichtscheiben 5 aus Isolierstoff sowie von isolierenden Zwischenwänden 6 gebildet werden. Durch ein Isoliergehäuse 7 werden die Elektroden 11 und 12, die Dichtscheiben 5 und die Zwischenwände 6 gehalten, wobei bekannte Mittel zum Abdichten der Verdichterräume 4 und zum kraftschlüssigen Verbinden der im Isoliergehäuse 7 gelagerten Elemente 5, 6, 11 und 12 vorgesehen, jedoch aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt sind. Die Mittel zum Abdichten können beispielsweise Dichtringe zwischen den Dichtscheiben 5 und den Zwischenwänden 6 sein. Die beiden äußeren Verdichterräume 4 werden seitlich jeweils durch eine der Elektroden 11 bzw. 12 sowie durch eine Zwischenwand 6 begrenzt. Die inneren Verdichterräume 4 werden seitlich jeweils durch zwei Zwischenwände 6 begrenzt. Die Dichtscheiben 5 und das im allgemeinen mehrteilige Isoliergehäuse 7 sind druckfeste Isolierkörper. Alle Verdichterräume 4 sind wenigstens teilweise mit einem Flüssigmetall 8, beispielsweise einer GaInSn-Legierung ausgefüllt. Oberhalb des Flüssigmetalls 8 befindet sich beispielsweise Vakuum. Die Zwischenwände 6 sind mit Verbindungskanälen 9 versehen. Mindestens ein Verbindungskanal 9 jeder Zwischenwand 6 ist mit Flüssigmetall 8 gefüllt, so daß zwischen den Elektroden 11 und 12 eine durchgehende elektrisch leitende Verbindung besteht. Die Zwischenwände 6 weisen jeweils mehrere kreisförmig um die Längsachse 3 angeordnete Verbindungskanäle 9 auf, die gemäß Fig. 5 und Fig. 6 zwischen benachbarten Zwischenwänden 6 um einen bestimmten Winkelbetrag versetzt sind, um im Strombegrenzungsfall einen durchgehenden Lichtbogen zu verhindern. Die Elektroden 11 und 12 sind erfindungsgemäß mit einem topfartigen Hohlraum 14 ausgestattet, der sich konisch verjüngend über einen Durchbruch 16 mit dem jeweils benachbarten Verdichterraum 4 verbunden ist. Über die Durchbrüche 16 sowie über die Verbindungskanäle 9 verteilt sich das Flüssigmetall 8 über die Hohlräume 14 der Elektroden 11, 12 sowie über die Verdichterräume 4 je nach Gebrauchslage der Strombegrenzungseinrichtung 1. Die Hohlräume 14 sind dabei mehr oder weniger mit Flüssigmetall 8 ausgefüllt. Bei der in Fig. 1

- 6 -

- dargestellten horizontalen Lage der Strombegrenzungseinrichtung 1 ist das Flüssigmetall 8 gleichmäßig sowohl über beide Hohlräume 14 der Elektroden 11 und 12 als auch über alle Verdichterräume 4 verteilt. In dieser Lage ist bei jeder Elektrode 11 und 12 sowohl ein großer Teil der inneren Oberfläche des Hohlraumes 14 als auch die an den benachbarten Verdichterraum 4 grenzende Oberfläche vom Flüssigmetall 8 benetzt. Weiterhin befindet sich in dieser Lage der größte Teil der Verbindungskanäle 9 unterhalb des Flüssigkeitsspiegels 81, während der restliche Teil sich oberhalb davon befindet. Bei der in Fig. 2 dargestellten, extrem von der horizontalen Lage abweichenden vertikalen Lage der Strombegrenzungseinrichtung 1 hat sich der Hohlraum 14 der nach unten gelangten Elektrode 11 vollständig mit Flüssigmetall 8 gefüllt, während der Hohlraum 14 der nach oben gelangten Elektrode 12 zum größten Teil vom Flüssigmetall 8 entleert ist, wobei allerdings noch ein ausreichender Teil der Oberfläche der oberen Elektrode 12, nämlich vollständig die an den benachbarten Verdichterraum 4 angrenzende Oberfläche und der Durchbruch 16, von Flüssigmetall 8 benetzt ist. Weiterhin befinden sich sämtliche Verbindungskanäle 9 aller Zwischenwände 6 unterhalb des Flüssigkeitsspiegels 82, der im Bereich des Durchbruches 16 der oberen Elektrode 12 verläuft.
- Von der zuvor beschriebenen Strombegrenzungseinrichtung 1 unterscheidet sich die in Fig. 3 und Fig. 4 dargestellte Strombegrenzungseinrichtung 2 durch die Ausbildung der Elektroden 21 und 22. Die Elektroden 21 und 22 sind erfindungsgemäß doppeltopfartig ausgebildet. Sie besitzen jeweils einen zum angrenzenden Verdichterraum 4 hin offenen zylindrischen inneren Hohlraum 25 und einen davon durch eine Trennwand 27 abgeteilten zylindrischen äußeren Hohlraum 24. Der äußere Hohlraum 24 kommuniziert mit dem benachbarten inneren Hohlraum 25 über mehrere Durchbrüche 26, die in der Trennwand 27 kreisförmig um die Längsachse 3 angeordnet sind. Von der Trennwand 27 jeder Elektrode 21 bzw. 22 erstreckt sich jeweils ein flacher Anschlußleiter 23, der den äußeren Hohlraum 24 in zwei Teilräume 241 und 242 teilt, die über mindestens einen weiteren Durchbruch 28 im Anschlußleiter 23 verbunden sind. Über die Durchbrüche 26, 28 sowie über die Verbindungskanäle 9 verteilt sich das Flüssigmetall 8 über die Hohlräume 24, 25 der Elektroden 21, 22

- 7 -

sowie über die Verdichterräume 4 je nach Gebrauchslage der Strombegrenzungseinrichtung 2. Bei der in Fig. 3 dargestellten horizontalen Lage der Strombegrenzungseinrichtung 2 ist das Flüssigmetall 8 gleichmäßig jeweils über die äußeren Hohlräume 24 und die inneren Hohlräume 25 beider Elektroden 21 und 22 sowie gleichmäßig über alle Verdichterräume 4 verteilt. In dieser Lage ist bei jeder Elektrode 21 und 22 ein großer Teil der inneren Oberflächen der Hohlräume 24 und 25 vom Flüssigmetall 8 benetzt. Weiterhin befindet sich in dieser Lage der größte Teil der kreisförmig angeordneten Verbindungskanäle 9 unterhalb des Flüssigkeitsspiegels 83, während der restliche Teil sich oberhalb davon befindet. Bei der in Fig. 4 dargestellten, extrem von der horizontalen Lage abweichenden vertikalen Lage der Strombegrenzungseinrichtung 2 haben sich die Hohlräume 24 und 25 der nach unten gelangten Elektrode 21 vollständig mit Flüssigmetall 8 gefüllt, während der äußere Hohlraum 24 der nach oben gelangten Elektrode 22 vollständig vom Flüssigmetall 8 entleert ist, wobei allerdings die vollständige Füllung des inneren Hohlraumes 25 für eine ausreichende Benetzung der oberen Elektrode 22 mit Flüssigmetall 8 sorgt. Weiterhin befinden sich sämtliche Verbindungskanäle 9 aller Zwischenwände 6 unterhalb des Flüssigkeitsspiegels 84, der im Bereich der Durchbrüche 26 der oberen Elektrode 22 verläuft.

Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die vorstehend beschriebenen Ausführungsformen beschränkt, sondern umfaßt auch alle im Sinne der Erfindung gleichwirkenden Ausführungsformen. So stellt beispielsweise die Kenntnis des Innendruckes des über dem Flüssigmetall stehenden Mediums eine aussagekräftige Information über die Funktionssicherheit der Strombegrenzungseinrichtung dar. Dies läßt sich mit Vorteil durch eine ins Innere der Strombegrenzungseinrichtung reichende und von außen ablesbare Druckmeßeinrichtung realisieren, beispielsweise mit einem Membranmanometer, das seine Anzeige aus der im Inneren vorhandenen Druckenergie herleitet, oder mit einem Gasreibungsvakuummeter, welches über einen entsprechenden Meßkopf und einem Anzeigegerät den Druck auf Wunsch angeben kann. Zur regelmäßigen Überwachung der Strombegrenzungseinrichtung ist es weiterhin von Vorteil, wenn qualitätsverschlechternde Veränderungen des Flüssigmetalls, beispiels-

- 8 -

- weise durch verunreinigende bzw. verschleißende thermische und/oder chemische Zersetzungsprodukte bzw. Verunreinigungen, durch eine ins Innere der Strombegrenzungseinrichtung reichende Diagnoseöffnung, beispielsweise für eine entsprechende Diagnosesonde oder eine absaugende Probeentnahmevorrichtung, kontrolliert werden können.
- 5

Ansprüche

- 5 1. Selbsterholende Strombegrenzungseinrichtung mit Flüssigmetall, enthaltend zwei bezüglich der Längsachse (3) der Strombegrenzungseinrichtung (1; 2) rotationssymmetrische Elektroden (11, 12; 21, 22) aus Festmetall zum Anschließen an einen zu schützenden Stromkreis und mehrere teilweise mit Flüssigmetall (8) aufgefüllte, zwischen den Elektroden (11, 12; 21, 22) hintereinander liegende Verdichterräume (4), die durch druckfeste Isolierkörper (5, 7) und durch diese gehaltene isolierende Zwischenwände (6) mit mehreren kreisförmig verteilten Verbindungskanälen (9) gebildet werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Elektroden (11, 12; 21, 22) mit den benachbarten Verdichterräumen (4) verbundene Hohlräume (14; 24, 25) aufweisen, deren Volumen sowie die Füllmenge des Flüssigmetalls (8) so gewählt sind, daß
- 10 in derjenigen Gebrauchslage der Strombegrenzungseinrichtung (1; 2), die extrem von der waagerechten Gebrauchslage abweicht, die obere der beiden Elektroden (11, 12; 21, 22) noch ausreichend von dem Flüssigmetall (8) benetzt ist.
- 20 2. Strombegrenzungseinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Elektroden (11; 12) jeweils mit einem topfartigen Hohlraum (14) ausgebildet sind, der konisch verengt in einen Durchbruch (16) zum benachbarten Verdichterraum (4) übergeht..
- 25 3. Strombegrenzungseinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Elektroden (21, 22) doppeltopfartig mit einem im wesentlichen zylindrischen inneren Hohlraum (25) und einem gleichartigen äußeren Hohlraum (24), der über konzentrisch angeordnete Durchbrüche (26) mit dem zum benachbarten Verdichterraum (4) hin offenen inneren Hohlraum (25) verbunden ist, ausgebildet sind.
- 30 4. Strombegrenzungseinrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Elektroden (21, 22) mit einem den jeweiligen äußeren Hohlraum (24) verbundenen inneren Hohlraum (25) ausgebildet sind.

- 10 -

raum (24) in zwei Teilräume (241, 242) aufteilenden flachen Anschlußleiter (23), der über mindestens einem weiteren Durchbruch (28) die beiden Teilräume (241, 242) verbindet, ausgebildet sind.

- 5 5. Strombegrenzungseinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Verbindungskanäle (9) benachbarter Zwischenwände (6) jeweils winkelfersetzt sind.
- 10 6. Strombegrenzungseinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Flüssigmetall (8) eine GaInSn-Legierung ist.

-1/3-

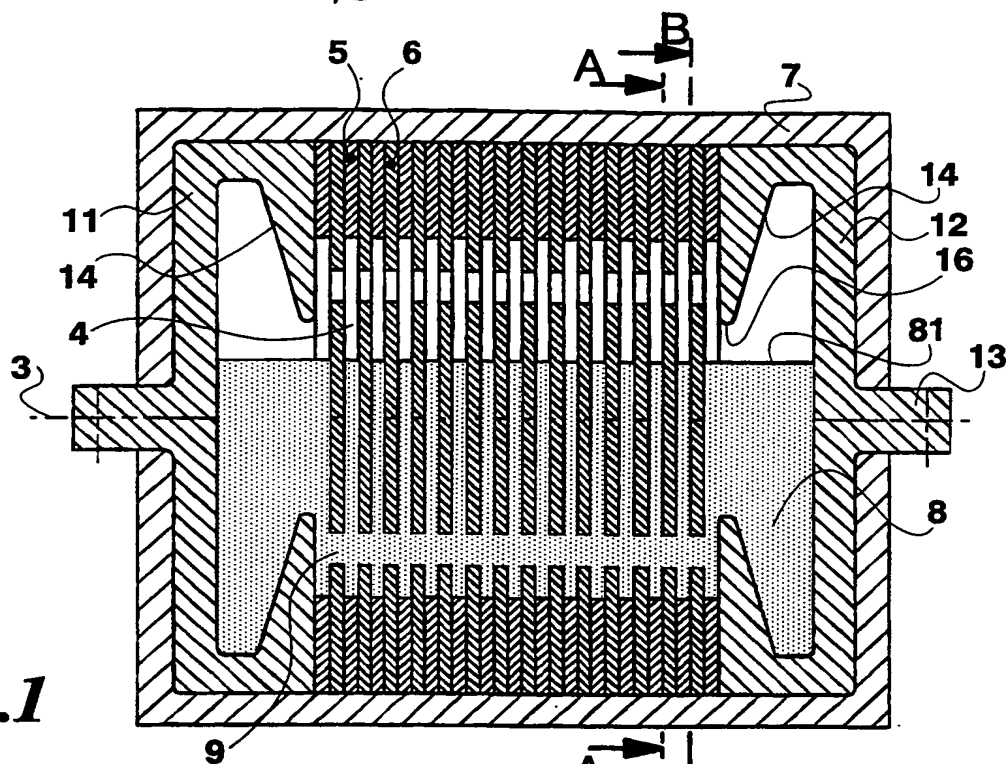


Fig.1

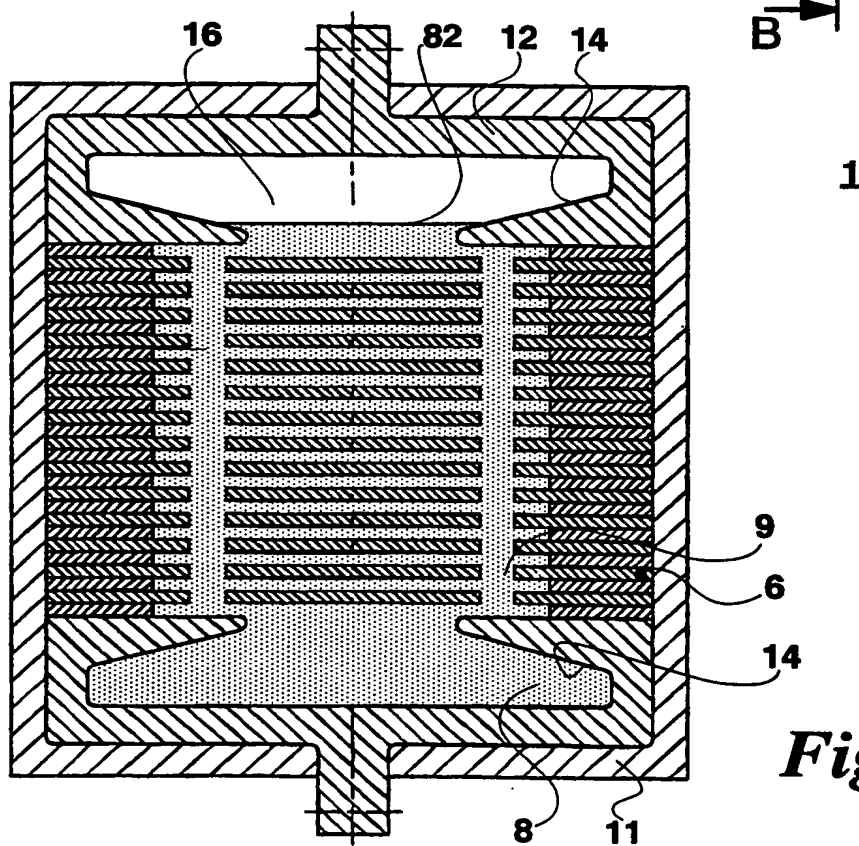
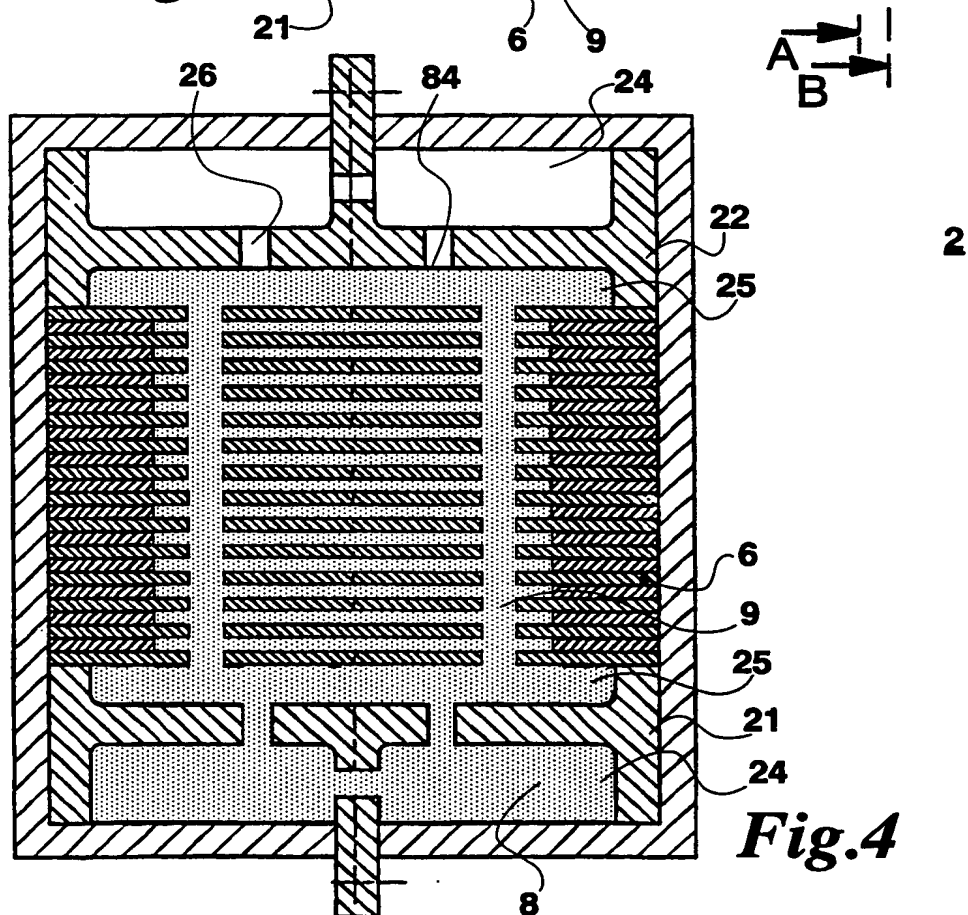
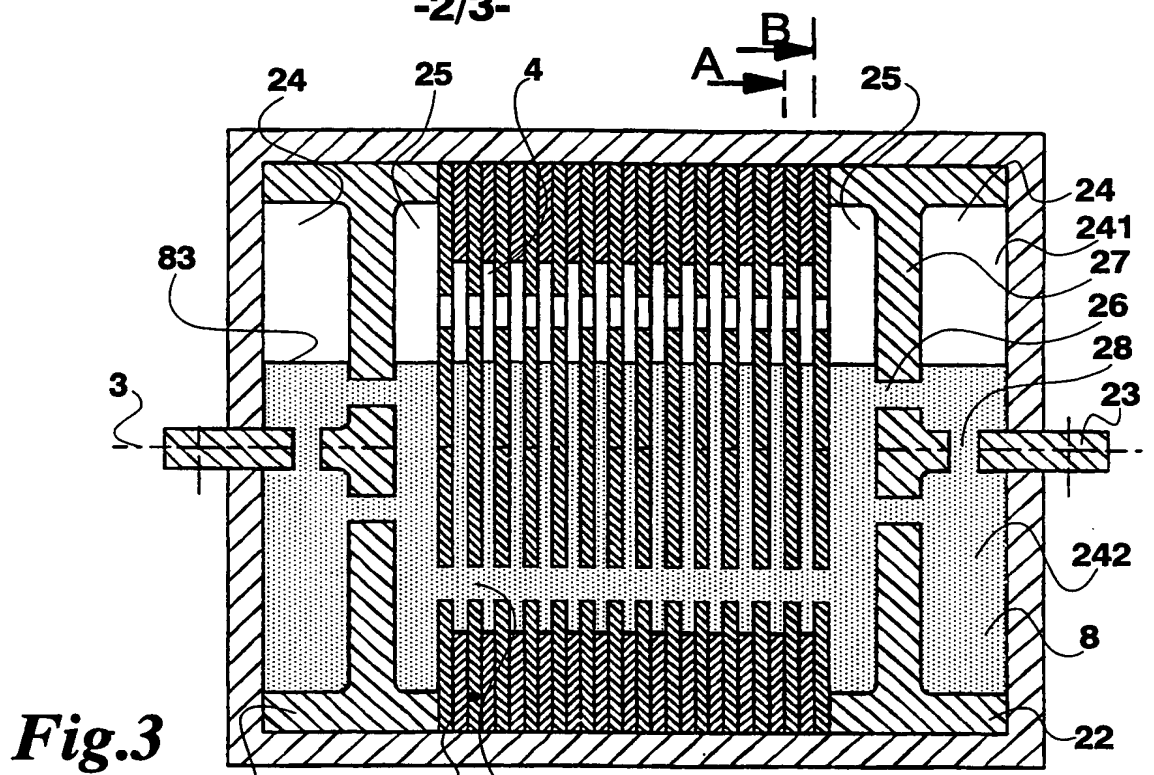


Fig.2

-2/3-



١

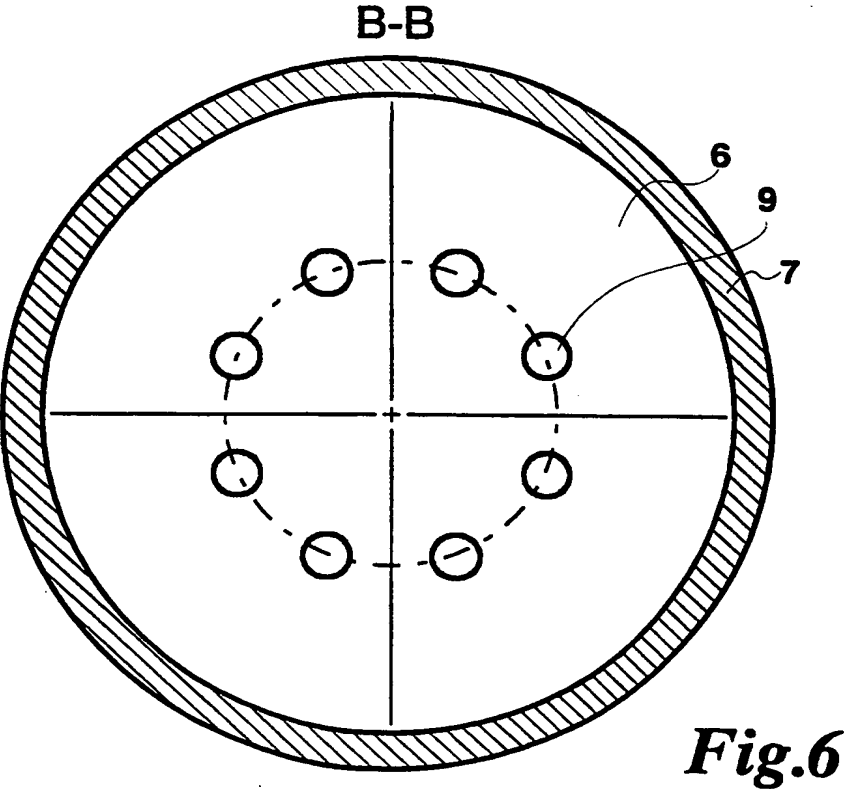
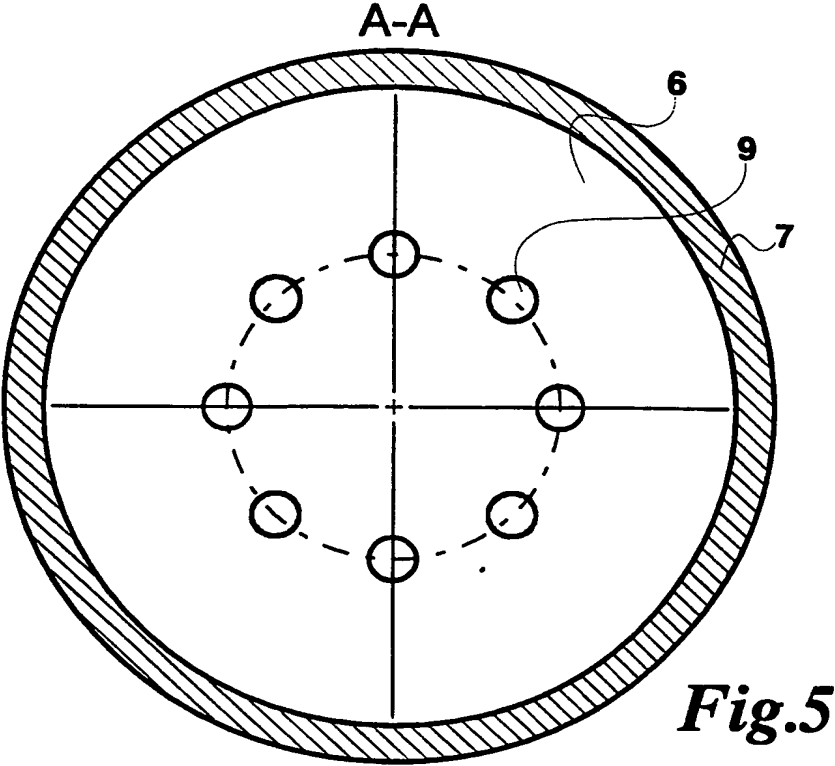
٢

٣

٤

٥

-3/3-



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Patent Application No

PCT/EP 99/08799

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H01H87/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DATABASE WPI Section EI, Week 198309 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class X13, AN 1983-D0960K XP002132555 & SU 922 911 B (KUIBYSHEV POLY), 23 April 1982 (1982-04-23) cited in the application abstract	1,5,6
Y	DE 11 46 966 B (GENERAL ELECTRIC COMPANY) column 4, line 54 - line 61; figures — — —/—	1

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 March 2000

Date of mailing of the international search report

17/03/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3018

Authorized officer

Desmet, W

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Patent Application No.

PCT/EP 99/08799

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	<p>DATABASE WPI Section EI, Week 198443 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class X13, AN 1984-268575 XP002132556 & SU 1 076 981 A (KUIBYSHEV POLY), 28 February 1984 (1984-02-28) cited in the application abstract</p>	5
Y	<p>DE 26 52 506 A (GEC ELLIOTT AUTOMATION LTD) 24 May 1978 (1978-05-24) cited in the application claim 8</p>	6
A	<p>DE 17 88 143 B (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 21 December 1972 (1972-12-21) column 3, line 65 - column 4, line 62; figures</p>	1
A	<p>US 4 429 295 A (WU JIING-LIANG) 31 January 1984 (1984-01-31) abstract</p>	1
A	<p>GB 424 360 A (R. KELLENDORFER) page 1, line 40 - line 63 page 1, line 103 - line 108 figures</p>	1
A	<p>DE 10 24 595 B (FKG FRITZ KESSELRING GERÄTEBAU) figure 6</p>	1
A	<p>NL 7 508 758 A (HAZEMEIJER BV) 25 January 1977 (1977-01-25) page 5, line 5 - line 8; figures 2,3</p>	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 99/08799

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
SU 922911	B	23-04-1982	NONE	
DE 1146966	B		CH 389073 A FR 1281488 A NL 135151 C	23-05-1962
SU 1076981	A	29-02-1984	NONE	
DE 2652506	A	24-05-1978	NONE	
DE 1788143	B	21-12-1972	DE 6606958 U DE 1763145 A FR 1564180 A GB 1230791 A US 3389359 A	17-12-1970 24-02-1972 18-04-1969 05-05-1971 18-06-1968
US 4429295	A	31-01-1984	NONE	
GB 424360	A		NONE	
DE 1024595	B		CH 308101 A	
NL 7508758	A	25-01-1977	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int. Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/08799

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H01H87/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H01H

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	<p>DATABASE WPI Section EI, Week 198309 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class X13, AN 1983-D0960K XP002132555 & SU 922 911 B (KUIBYSHEV POLY), 23. April 1982 (1982-04-23) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung</p>	1,5,6
Y	<p>DE 11 46 966 B (GENERAL ELECTRIC COMPANY) Spalte 4, Zeile 54 - Zeile 61; Abbildungen</p> <p style="text-align: center;">-/-</p>	1

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

10. März 2000

Absenddatum des Internationalen Recherchenberichts

17/03/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Desmet, W

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	<p>DATABASE WPI Section EI, Week 198443 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class X13, AN 1984-268575 XP002132556 & SU 1 076 981 A (KUIBYSHEV POLY), 28. Februar 1984 (1984-02-28) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung</p>	5
Y	<p>DE 26 52 506 A (GEC ELLIOTT AUTOMATION LTD) 24. Mai 1978 (1978-05-24) in der Anmeldung erwähnt Anspruch 8</p>	6
A	<p>DE 17 88 143 B (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 21. Dezember 1972 (1972-12-21) Spalte 3, Zeile 65 - Spalte 4, Zeile 62; Abbildungen</p>	1
A	<p>US 4 429 295 A (WU JIING-LIANG) 31. Januar 1984 (1984-01-31) Zusammenfassung</p>	1
A	<p>GB 424 360 A (R. KELLENDORFER) Seite 1, Zeile 40 - Zeile 63 Seite 1, Zeile 103 - Zeile 108 Abbildungen</p>	1
A	<p>DE 10 24 595 B (FKG FRITZ KESSELRING GERÄTEBAU) Abbildung 6</p>	1
A	<p>NL 7 508 758 A (HAZEMEIJER BV) 25. Januar 1977 (1977-01-25) Seite 5, Zeile 5 - Zeile 8; Abbildungen 2,3</p>	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Int: Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/08799

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
SU 922911 B	23-04-1982	KEINE	
DE 1146966 B		CH 389073 A FR 1281488 A NL 135151 C	23-05-1962
SU 1076981 A	29-02-1984	KEINE	
DE 2652506 A	24-05-1978	KEINE	
DE 1788143 B	21-12-1972	DE 6606958 U DE 1763145 A FR 1564180 A GB 1230791 A US 3389359 A	17-12-1970 24-02-1972 18-04-1969 05-05-1971 18-06-1968
US 4429295 A	31-01-1984	KEINE	
GB 424360 A		KEINE	
DE 1024595 B		CH 308101 A	
NL 7508758 A	25-01-1977	KEINE	



11

12